

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-101890

(P2004-101890A)

(43) 公開日 平成16年4月2日 (2004. 4. 2)

(51) Int. Cl. ⁷

G02F 1/167

F I

G02F 1/167

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2002-263993 (P2002-263993)
(22) 出願日 平成14年9月10日 (2002. 9. 10)

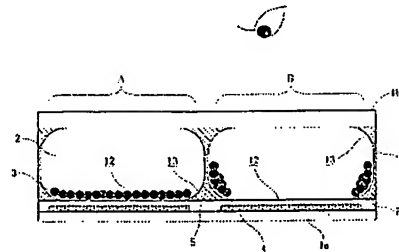
(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100090538
弁理士 西山 恵三
(74) 代理人 100096965
弁理士 内尾 裕一
(72) 発明者 松田 陽次郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内
(72) 発明者 松田 宏
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内

(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置、及び該電気泳動表示装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 表示安定性に優れた高いコントラスト表示を可能とする新規な電気泳動表示装置を提供する。

【解決手段】 絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電泳動粒子とを封入した複数のマイクロカプセルと、該複数のマイクロカプセルを挟んで互に対向配置された第1基板及び第2基板と、電圧を印加することのできる複数の電極とを備え、該複数の電極間に電圧を印加することにより、帯電泳動粒子を、マイクロカプセル表面が第1基板に接する部分の内壁面と、第1基板と第2基板のいずれにも接しない部分の内壁面との間で移動させて表示を切り替える電気泳動表示装置を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電泳動粒子とを封入した複数のマイクロカプセルと、該複数のマイクロカプセルを挟んで互に対向配置された第 1 基板及び第 2 基板と、電圧を印加することのできる複数の電極と、を備えた電気泳動表示装置であって、該複数の電極間に電圧を印加することにより、帯電泳動粒子を、マイクロカプセル表面が第 1 基板に接する部分の内壁面と、第 1 基板と第 2 基板のいずれにも接しない部分の内壁面との間で移動させて表示を切り替えることを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項 2】

前記複数の電極が、第 1 基板に沿って配置された第 1 電極と、第 1 電極とは電氣的に絶縁されて、第 1 基板、第 2 基板およびマイクロカプセル表面に囲まれた間隙の少なくとも一部に配置された第 2 電極とを含む請求項 1 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 3】

第 2 電極が、前記間隙の少なくとも一部に充填されている請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 4】

第 2 電極が、前記間隙の少なくとも一部に充填された導電性部材である請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 5】

導電性部材が液体である請求項 4 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 6】

導電性部材が金属である請求項 4 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 7】

第 2 電極が、前記間隙を囲む第 1 基板または第 2 基板に凸形状に形成され配置されている請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 8】

第 2 電極が、前記間隙を囲む第 1 基板または第 2 基板に形成された凸形状部材の上面、下面もしくは内部に配置されている請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 9】

マイクロカプセルが、偏平な形状である請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 10】

マイクロカプセルが、偏平な形状であり、かつ第 1 電極に面で接する請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 11】

マイクロカプセルが、第 1 電極の位置とは無関係にランダムに配置される請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 12】

マイクロカプセルが、第 1 電極の位置と整合して配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の電気泳動表示装

置。

【請求項 13】

前記第 1 電極面が前記第 2 基板側に隆起した形状に形成されてなることを特徴とする請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 14】

前記第 2 電極は、全画素の共通電極であることを特徴とする請求項 2 ないし 8 および 10 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 15】

前記第 2 基板上に、第 3 電極が配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 16】

表示装置の 1 画素に複数のマイクロカプセルが配置され、前記第 2 電極は、互いに隣接する一の画素と他の画素との境界部に配置される請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 17】

絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電泳動粒子とを封入した複数のマイクロカプセルと、該複数のマイクロカプセルを挟んで互に対向配置された第 1 基板及び第 2 基板と、第 1 基板に沿って配置された第 1 電極と、第 1 電極とは電氣的に絶縁されて、第 1 基板、第 2 基板およびマイクロカプセル表面に囲まれた間隙の少なくとも一部に配置された第 2 電極とを備える電気泳動表示装置の製造方法であって、

(1) 第 1 基板に第 1 電極を形成する工程と、

(2) 第 1 または第 2 基板にマイクロカプセルを配置する工程と、

(3) マイクロカプセルを挟んで第 1 基板と第 2 基板を対向して配置する工程と、

(4) 前記 (3) の工程に先立って、または (3) の工程の後に、マイクロカプセルの間隙に第 2 電極を形成する工程と

を有することを特徴とする電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 18】

前記 (4) の第 2 電極を形成する工程が、(3) の工程後の工程であり、マイクロカプセルを挟んで対向して配置された第 1 基板と第 2 基板の間に導電性部材を注入する工程を含む請求項 17 に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 19】

前記 (4) の第 2 電極を形成する工程が、(3) の工程後の工程であり、マイクロカプセルの間隙に接する位置に設けられた前記基板上の注入口より、該マイクロカプセルの間隙に、導電性部材を注入する工程を含む請求項 17 に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 20】

前記 (4) の第 2 電極を形成する工程が、(2) の工程

前の工程であり、(3)のマイクロカプセルを配置する工程が、第2電極が形成された第1または第2基板の凸状に形成された第2電極の間に、マイクロカプセルを配置する工程を含む請求項17に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項21】

前記(4)の第2電極を形成する工程が、(3)の工程前の工程であり、電気メッキによって、マイクロカプセルの隙間に第2電極を形成する工程を含む請求項17に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項22】

前記(3)の工程の後に、第1と第2の基板に圧力を加えて、マイクロカプセルを偏平させる工程を有する請求項17ないし20のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項23】

絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電泳動粒子とを封入した複数のマイクロカプセルと、該複数のマイクロカプセルを挟んで互いに対向配置された第1基板及び第2基板と、第1基板に沿って配置された第1電極と、第1電極とは電氣的に絶縁されて、第1基板、第2基板およびマイクロカプセル表面に囲まれた隙間の少なくとも一部に配置された第2電極とを備える電気泳動表示装置の製造方法であって、

凹部を有する鋳型基板の該凹部に導電体を形成し、絶縁層を積層した後、該鋳型基板を剥離することによって、絶縁層と、該絶縁層の上に第2電極である凸状の導電体が積層された構造体を作製する第1の工程と、

該凸状導電体が、マイクロカプセルの間に位置するように、該構造体上にマイクロカプセルを配置する第2の工程と、

該第2の工程の後、マイクロカプセルが配置された該構造体を第1または第2基板として、他方の基板を対向して貼り合わせる第3の工程

を有することを特徴とする電気泳動表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、帯電泳動粒子を移動させて表示を行う電気泳動表示装置、及び該電気泳動表示装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタル技術の目覚ましい進歩により、個人が扱うことのできる情報量は飛躍的に増大している。これに伴い、情報の出力手段として、低消費電力かつ薄型の表示装置の開発が盛んに行われるようになった。

【0003】

その一つとして、Harold D. Lees等によ

り電気泳動表示装置が提案されている(米国特許USP 3612758公報)。

【0004】

図11は、その電気泳動表示装置の構造の一例を示す図であるが、この種の電気泳動表示装置は、所定隙間を開けた状態に配置された一対の基板1a、1bと、これらの基板1a、1bの間に充填された絶縁性液体2と、該絶縁性液体2に分散された多数の着色帯電泳動粒子3と、それぞれの基板1a、1bに沿うように各画素Aに配置された電極14、15と、を備えている。この装置において、着色帯電泳動粒子3は、正極性又は負極性に帯電されているため、電極14、15に印加する電圧の極性に応じていずれかの電極14又は15に吸着されるが、絶縁性液体2及び着色帯電泳動粒子3はそれぞれ異なる色に着色されているため、着色帯電泳動粒子3が観察者側の電極15に吸着されている場合には該粒子3の色が視認され(図11(a)参照)、着色帯電泳動粒子3が他側の電極14に吸着されている場合には絶縁性液体2の色が視認されることとなる(図11(b)参照)。したがって、印加電圧の極性を画素毎に制御することによって、様々な画像を表示することができる。

【0005】

ところが、係る電気泳動表示装置では、着色帯電粒子3どうしが凝集したり、偏在することによって表示ムラが発生し易いという問題がある。このような問題を解決するために、特登録02551783号において、絶縁性液体2や着色帯電粒子3を含む分散系をマイクロカプセル化する手法が開示されている。分散系を予め封入した多数の球形マイクロカプセルと、マイクロカプセルの隙間を埋めるバインダ材とを一対の基板間に封入した電気泳動表示装置により、上記の表示ムラの問題を改善することができる。また、揮発性である分散系を一対の基板間に均一に封入するという時間及び手間のかかる製造工程を簡略化することができるため、製造コストの削減が実現できる。

【0006】

また、国際出願公開WO00/03291には、マイクロカプセルを電極に位置を合わせて配置し、基板面方向に泳動粒子を移動させて表示する方法が提案されている。図12(a)(b)に同方式の画素の断面構造を、図12(c)に平面構造を示す。図12(a)と(b)はそれぞれ、狭い方の電極面30に泳動粒子50が集積した状態と、広い方の電極面40に泳動粒子50が展開した状態とを示している。1画素に1つのマイクロカプセル20を配置することにより、基板面方向(ラテラル方向)に泳動粒子を移動させることができ、その結果、泳動液は透明にして、電極面の着色で白黒やカラー表示が実現できる。白黒表示の場合、カプセル内の黒に着色された泳動粒子50を、黒に着色された電極30と白に着色された電極40との間で移動させて表示を切り替え

ることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

USP3612758や特登録02551783号に開示された上記のような電気泳動表示装置では、染料やイオンなどの発色材を絶縁性液体中に混入することによって、絶縁性液体を着色しなければならない。このことによって、該発色材に起因した電荷の授受が発生してしまい、帯電泳動粒子の電気泳動動作に悪影響を及ぼし、表示装置としての寿命や安定性が低下してしまう問題がおこる。また絶縁性液体の着色によって、絶縁性液体中の染料が帯電泳動粒子へ吸着してしまい、表示コントラストが低下してしまう問題も発生する。またさらに、図11(a)で示したように、着色帯電泳動粒子3が観察者側の電極15に吸着され、該着色帯電泳動粒子が視認される場合において、着色帯電泳動粒子3と電極15との隙間に、着色された絶縁性液体が侵入してしまい、高いコントラストを実現することが難しいという問題も抱えている。

【0008】

WO00/03291の表示装置は、図12に示すように透明の絶縁性液体25を用いているが、基板60に2つの電極30と40を並べて配置して1画素を構成するので、着色帯電粒子と同色の電極30の面積が一定の割合で必要になる。この部分は、表示面の明るさを損なうので、やはり高いコントラストを実現することが困難である。さらに、この構造の画素が複数並んで配置されるので、電極30、40は隣りのマイクロカプセルの電極30、40との間にも電界を作ることになる。すなわち、1つのマイクロカプセル内の電界が、隣りのマイクロカプセルに漏洩して、その泳動粒子の動きに影響を及ぼしてしまうという問題を生じる。

【0009】

本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、表示安定性に優れた高いコントラスト表示を可能とする新規な電気泳動表示装置、及び該電気泳動表示装置の製造方法を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の事情を考慮してなされたものであり、絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電泳動粒子とを封入した複数のマイクロカプセルと、該複数のマイクロカプセルを挟んで互に対向配置された第1基板及び第2基板と、電圧を印加することのできる複数の電極と、を備えた電気泳動表示装置であって、該複数の電極間に電圧を印加することにより、帯電泳動粒子を、マイクロカプセル表面が第1基板に接する部分の内壁面と、第1基板と第2基板のいずれにも接しない部分の内壁面との間で移動させて表示を切り替えることを特徴と

する。

【0011】

本発明の好ましい形態のひとつは、前記複数の電極が、第1基板に沿って配置された第1電極と、第1電極とは電氣的に絶縁されて、第1基板、第2基板およびマイクロカプセル表面に囲まれた隙間の少なくとも一部に配置された第2電極とを含むものである。

【0012】

本発明はまた、絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電泳動粒子とを封入した複数のマイクロカプセルと、該複数のマイクロカプセルを挟んで互に対向配置された第1基板及び第2基板と、第1基板に沿って配置された第1電極と、第1電極とは電氣的に絶縁されて、第1基板、第2基板およびマイクロカプセル表面に囲まれた隙間の少なくとも一部に配置された第2電極とを備える電気泳動表示装置の製造方法であって、

(1) 第1基板に第1電極を形成する工程と、

(2) 第1または第2基板にマイクロカプセルを配置する工程と、

(3) マイクロカプセルを挟んで第1基板と第2基板を対向して配置する工程と、

(4) 前記(3)の工程に先立って、または(3)の工程の後に、マイクロカプセルの隙間に第2電極を形成する工程と

を有することを特徴とする。

【0013】

本発明はさらに、絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電泳動粒子とを封入した複数のマイクロカプセルと、該複数のマイクロカプセルを挟んで互に対向配置された第1基板及び第2基板と、第1基板に沿って配置された第1電極と、第1電極とは電氣的に絶縁されて、第1基板、第2基板およびマイクロカプセル表面に囲まれた隙間の少なくとも一部に配置された第2電極とを備える電気泳動表示装置の製造方法であって、

凹部を有する鋳型基板の該凹部に導電層を形成し、絶縁層を積層した後、該鋳型基板を剥離することによって、絶縁層と、該絶縁層の上に第2電極である凸状の導電体が積層された構造体を作製する第1の工程と、

該凸状導電体が、マイクロカプセルの間に位置するように、該構造体上にマイクロカプセルを配置する第2の工程と、

該第2の工程の後、マイクロカプセルが配置された該構造体を第1または第2基板として、他方の基板を対向して貼り合わせる第3の工程

を有することを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

先ず、本発明に関する電気泳動表示装置の代表的な1つの構成に関して図1を用いて説明する。

【0015】

図1は、画素Aと画素Bの2画素を示しており、所定の
間隙を開けた状態に配置された一对の基板1a、1b
と、これらの基板1a、1bの間隙に配置された複数の
マイクロカプセルを備えている。該マイクロカプセル
は、絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電
泳動粒子を封入している。また、各画素に電圧を印加す
ることのできる第1電極4が、いずれか一方の基板1a
又は1bに沿うように配置されている（以下、説明の便
宜上、第1電極4が配置された方の基板を“第1基板1
a”とし、他方を“第2基板1b”とする）。

【0016】

白黒表示の場合は、第1電極を白に、第2電極と泳動粒
子を黒に着色しておく。または、後に光源をおき、光の
透過と遮断を2つの表示状態とするときは、第1電極を
透明に、第2電極と泳動粒子を不透明にしておく。本発
明の表示の方式はこれに限らない。他の方式については
あとで説明する。

【0017】

ここで、複数のマイクロカプセル8は、第1基板に沿って
平行に、すなわち重なることなく1層に並んで配置され
ており、複数の該マイクロカプセルの外表面と、第1基
板と、第2基板とではさまれた間隙（図の1斜線部。以
下、マイクロカプセルの間隙、または単に間隙という）
に、第2電極が配置されている。

【0018】

図1は、第2電極が、複数のマイクロカプセルの間隙に
充填された導電性部材で形成された構成である。マイク
ロカプセルは通常球形なので、基板で挟んだときに必ず
この間隙が出来る。間隙が第2電極で充填される構成を
作ると、電極に電圧を印加したときにマイクロカプセル
の内部のみに電界を生じるので、電界が最大限有効に利
用でき、電圧を必要以上に高くする必要がない。

【0019】

しかし、第2電極の構成については、これに限定される
ものではなく、本発明の他の構成については後述するこ
ととする。

【0020】

本発明の電気泳動表示装置は、帯電泳動粒子を、マイク
ロカプセル表面が第1基板と接する部分のマイクロカプ
セル内壁面と、表面がいずれの基板にも接しないで、し
たがってマイクロカプセルの側壁部を構成する部分の内
壁面との間で移動させて表示を切り替えることを特徴と
している。

【0021】

第2電極が、マイクロカプセルの側壁部をとりまく間隙
に配置されているために、第2基板近くにも強い電界が
形成でき、その部分の内壁に泳動粒子を保持することが
出来る。

【0022】

図1のAに示すように、泳動粒子が、マイクロカプセル

が第1基板に接する部分の内壁面に移動したとき、泳動
粒子は内壁面に広くひろがって分布するので、表示方向
すなわち基板に垂直な方向から見て泳動粒子が占める面
積は大きくなる。一方、図1のBに示すように、表面が
いずれの基板にも接しないでマイクロカプセルの側壁部
を構成する部分の内壁面に泳動粒子が移動したとき、泳
動粒子は、基板からはなれた側壁部の内壁面に沿って集
積し、理想的にはマイクロカプセル内の第1基板から第
2基板までの空間全体にわたって分布するので、基板に
垂直な方向への重なり度合いが大きくなり、基板垂直
方向から見た泳動粒子が占める面積は小さくなる。

【0023】

したがって、この2状態の一方を白、他方を黒の表示状
態とするとき、一方は泳動粒子を最大限に広く展開した
状態の表示になり、他方は最小限に狭い面積に集積した
状態の表示とすることができる。このため、白を表示す
るときの白部分の面積が広く取れて明るい表示が得られ
る。また、両者の明るさの比すなわちコントラストは、
基板面方向に泳動粒子を移動させて表示状態を切り替え
る方式としては最大の値にすることができる。

【0024】

これに対し、図12(a)(b)に示す画素構造では、
電極30、40がおなじ基板面にあるために、反対側の
マイクロカプセル壁面では電界が極めて弱く、泳動粒子
をひきつけて保持することが困難である。泳動粒子は電
極近くでのみ保持されるので、(a)のように狭い方の
電極に集積した場合でも、図1のBの状態より泳動粒子
の重なりが少なく、占有面積が広がってしまう。その
結果、逆に広い方の電極面積が狭くなり、図1の構造と
比べて、明状態の明るさを上げることができず、コント
ラストも高くできない。

【0025】

次に、本発明での表示方式について説明する。

【0026】

図1において、帯電泳動粒子を第1電極を覆う位置に移
動させた時は、透明絶縁性液体を介して帯電泳動粒子の
色を視認する（画素A）。そして、第1電極を覆ってい
た帯電泳動粒子を、マイクロカプセルの側壁部に移動さ
せた時は、第1電極又は基板1aの色を視認することと
なる（画素B）。例えば、帯電泳動粒子を黒色、第1電
極を白色とすることによって、白黒表示が可能となる

（以下説明の便宜上、特に断らなければ、帯電泳動粒子
を黒色、第1電極を白色とすることとする）。もちろん
これに限られるものではなく、配色の組み合わせは自由
である。また、カラー表示をしたい場合には、帯電泳動
粒子を黒色、第1電極を適宜赤・緑・青・シアン・マゼ
ンタ・イエローとすると良い。なお、電極に色を付ける
方法としては、

電極自体を着色する方法

電極とは別に着色層を設ける方法

電極を覆うように形成した絶縁層を利用する方法（例えば、絶縁層自体の色を利用したり、絶縁層に着色材料を混ぜ込む方法）

を上げることができる。

【0027】

また当然別の方法として、適宜赤・緑・青・シアン・マゼンタ・イエローと着色した帯電泳動粒子を用いて、カラー表示を行うことができる。

【0028】

図1では、1つの画素に配置されるマイクロカプセルの数は1つであるが、これに限られるものではない。例えば、図2（a）に示すように、1つの画素に配置されるマイクロカプセルの数を2つとしてもよく、それ以上の数としてもよい。

【0029】

また、本発明におけるマイクロカプセルは、基板に沿って扁平な形状に形成されてなることが好ましい。扁平とすることで、白表示時（図1の画素B）において、基板1b側の観察者から見て、白色の表示電極の面積と黒色の帯電泳動粒子の占める面積の比を向上させることができ、高コントラストな表示を実現できる。

【0030】

さらに、本発明の電気泳動表示装置においては、基板に沿って実質的に平行に並ぶ複数のマイクロカプセルのそれぞれが、実質的に面と接することが好ましい。こうすることで、白表示時（図1の画素B）において、基板1b側の観察者から見て、白色の表示電極の面積と黒色の帯電泳動粒子の占める面積の比を向上させることができ、高コントラストな表示を実現できる。

【0031】

以下、本発明のその他の構成について説明する。

【0032】

（第2電極）

本発明の第2電極は、マイクロカプセルの間に配置されるので、隣のマイクロカプセルの第2電極を兼ねることができる。したがって、通常、第2電極の電位は、全画素に共通の電位に設定される。これによって、1つのマイクロカプセル内の電界が、隣のマイクロカプセルに漏洩して、隣り合うマイクロカプセル間の泳動粒子の移動に干渉が生じることが防止される。

【0033】

本発明における第2電極は、複数のマイクロカプセルの間に配置されるが、間隙の全体に充填されていてもよく、一方の基板側のみに部分的に充填されていてもよい。後者の場合は、側壁部全体に泳動粒子を集積する効果は小さくなるが、隣り合うマイクロカプセル間を電気的に遮蔽する効果は十分に保たれる。また、第2電極は、間隙を充填せず、間隙内に別の構造体として形成されていてもよく、基板近傍のいずれかの位置に配置されていてもよい。その構成は特に限定されるものではない

い。

【0034】

図2（a）は、第2電極が、複数のマイクロカプセルの間隙に充填された導電性部材で形成された構成である。この導電性部材は、泳動粒子と同じ黒色であるが、カラー表示では他の色に着色することもある。あるいは、視野角特性を改善するために、光学的に透明にすることも

【0035】

第2電極は図1のように間隙の全体に充填されるだけでなく、図2（b）に示すように間隙の一部に充填されても良い。あるいは、第2電極は、マイクロカプセルの間隙を構成するマイクロカプセル側壁部の外壁面の全て、又は、その一部に形成されても良い。

【0036】

また別の構成として、第2電極は、マイクロカプセルの間隙を構成する第1基板面に形成されても良い（図3（a）参照）。あるいは第2電極は、マイクロカプセルの間隙を構成する第1基板面に形成されてなり、且つ、第2基板側に隆起した形状に形成されても良い（図3（b）参照）。隆起形状は、図3（b）に限定されるものではない。

【0037】

また別の構成として、第2電極は、マイクロカプセルの間隙を構成する第1基板面に形成されているとともに、間隙に充填された導電性部材で形成されても良い（図3（c））。このような構成の場合、第1基板面に形成された第2電極によって、間隙に充填された導電性部材に確実に電気アドレスをおこなうことができる。また、第1基板面に形成された第2電極を利用して、電気メッキ処理により導電性部材をマイクロカプセルの間隙に形成することができる。

【0038】

さらに別の構成として、複数のマイクロカプセルの間隙に接する第1基板面上に設けられた凸形状の部材を有し、第2電極が、該凸形状の部材の上面、又は下面、又は内部に形成されるようにしても良い（図4（a）、（b）、（c）参照）。該凸形状は、図4（a）、（b）、（c）の形状に限定されるものではない。

【0039】

以上の図3（a）－（c）と図4（a）－（c）に示す第2電極およびそれを含む凸形状部材は、第1基板1a上でなく第2基板1b上に形成されていてもよい。その場合は、第1基板との貼りあわせに際して、第1電極との位置を合わせる必要がある。

【0040】

本発明の電気泳動表示装置においては、第2電極は必ずしも全てのマイクロカプセルの間隙に配置される必要は無い。図5（a）に示すように、画素内に複数のマイクロカプセルがあり、互いに隣接する一の画素と他の画素

の画素境界部に第2電極が配置されても良い。

【0041】

(第1電極)

以上の例では、第1電極は、第1基板面に沿って平坦な面電極であるが、図5(b)に示すように、第1電極の全てあるいは一部が、第2基板側に隆起した形状に形成されても良い。この隆起形状により、第1電極の中央部の電界ベクトルが、より第2電極方向に向かうようになり、帯電泳動粒子の移動がスムーズになるとともに、駆動電圧を低くすることができる。隆起形状は、隆起させることで、第1電極の中央部の電界ベクトルが第2電極方向に向かうような形状であれば特に制限はない。最低高さとしては、好ましくは0.5 μm 以上、さらに好ましくは2 μm 以上の隆起が必要である。最高の高さは、基板間の距離によって異なるが、好ましくは、基板間距離以下、さらに好ましくは、基板間距離の2/3以下である。

【0042】

(マイクロカプセルの配置)

本発明の電気泳動表示装置においては、本質的に、マイクロカプセルと第1電極の位置が整合している必要がなく、又、マイクロカプセルの大きさも揃っている必要がない(図6(a)、(b)参照)。このように本発明では、マイクロカプセルを、第1電極の位置とは無関係にランダムに配置できるため、製造容易性の点で優位であることが大きな特長の1つである。

【0043】

また一方で、マイクロカプセルと第1電極の位置が整合していてもよい。この場合、整合していない場合よりも、2つの第1電極の間にまたがって(2画素にまたがって)配置されるマイクロカプセルにおける動作不良の発生を少なくすることができる。

【0044】

本発明において、第2電極が第2基板側に隆起した形状であったり、凸形状の部材の上面や内部に形成されている場合、この物理的な形状によって、マイクロカプセルを所望の位置に整合して配置させることが容易となる。例えば、インクジェット法によりマイクロカプセルを所望の位置にポジショニングする際に、凸状の第2電極の形状により、マイクロカプセルが所望の位置に収まり易くなり、マイクロカプセルのポジショニングの効率が格段に高くなる。また、マイクロカプセルのポジショニングには、スクリーン印刷、グラビア印刷等の印刷技術や、FSA (fluidic self-assembly) 等の技術を利用することができる。またさらに、上記の技術に加えて、第1電極や第2電極に所望の電圧を印加して、電気的にもマイクロカプセルのポジショニングをアシストすることも好ましい。

【0045】

(対向電極)

また、本発明の電気泳動表示装置において、第2基板上に、第3電極を設けておくことも好ましい。帯電泳動粒子が、第2基板方向に移動して第2基板に接するマイクロカプセルの壁面に張り付いてしまうと、表示コントラストを劣化させてしまうこととなる。これを抑制するために、帯電泳動粒子の第2基板方向への移動を、第3電極に帯電泳動粒子と同極性の電圧を印加することにより防止することができる。例えば、帯電泳動粒子が正に帯電している場合、第2基板上の第3電極に同極性である正の電圧を印加することにより、帯電泳動粒子が第2基板方向へ移動してしまうことを抑制することができる。

【0046】

(製造方法)

まず、図1の本発明の電気泳動表示装置を構成する各要素の材料について説明する。

【0047】

第1基板1aや第2基板1bには、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエーテルサルフォン(PES)等のポリマーフィルム或いはガラス、石英等の無機材料を使用することができる。

【0048】

また、第1電極4には、パターニング可能な導電性材料ならどのようなものでも使用できる。

【0049】

さらに、第1電極4を覆う絶縁層7に用いる材料としては、薄膜でもピンホールが形成されにくく、低誘電率の材料、具体的には、アモルファスフッ素樹脂、高透明ポリイミド、PET等が好ましい。

【0050】

絶縁性液体2には、シリコンオイル、トルエン、キシレン、高純度石油等の無色透明液体を使用すると良い。

【0051】

帯電泳動粒子3としては、絶縁性液体中で良好な帯電特性を示す材料を用いると良い。例えば、ポリエチレン、ポリスチレン等の樹脂を用いると良く、黒色に着色する場合にはそれらの樹脂にカーボンなどを混ぜると良い。帯電泳動粒子3の粒径には制限が無いが、通常は0.5 μm ~10 μm 位のものを使用すると良い。

【0052】

そして、界面重合法、不溶化反応法、相分離法或いは界面沈殿法などの適宜手法で絶縁性液体と該絶縁性液体に分散された複数の帯電泳動粒子をマイクロカプセル化する。マイクロカプセルの大きさは、直径数十 μm ~数百 μm が好ましい。

【0053】

(製造方法その1)

図7(a)~(c)に本発明の表示装置の第1の製造方法を示す。

【0054】

まず、印刷、フォトリソなど周知の方法を用いて、第1

基板1a上に第1電極4を配置し絶縁層7で被覆する。ついで、マイクロカプセル8を、第1基板1a上に配置する(図7(a))。このとき、インクジェット法、スクリーン印刷法、グラビア印刷法等の手法を用いて、マイクロカプセルを第1電極の位置にあわせて、かつ適当な間隔を空けて配置する。

【0055】

その上に第2基板1bをのせてマイクロカプセルを両基板間に挟み、両基板に適当な圧力を加える。これによって、マイクロカプセルを偏平に変形させるとともに、マイクロカプセル同士の距離を互いに接するまでに近づける(図7(b))。

【0056】

次に、マイクロカプセルの間隙に、液体の導電性部材5を毛細管現象を利用して充填する(図7(c))。導電性部材には、導電性材料だけで形成しても、絶縁性母材中に導電性材料を混ぜ込んで形成しても良い。導電性材料としては、液体で流動性のある導電性高分子材料、またはそれを染料で着色したものがよい。

また、熱や光照射によって硬化する性質を付与したものがさらに好ましい。硬化する性質を持った導電性部材を用いた場合は、さらに、加熱、光照射などによって導電性部材5を硬化し、第2電極とする。基板周囲を封止することにより、導電性部材5を液体のまま第2電極として用いることも出来る。

【0057】

(製造方法その2)

本発明の表示装置の第2の製造方法は、上で説明した第1の製造方法に、図7(d)の工程を付け加えたものである。

【0058】

先ず第1の工程として、製造その1と同じく、マイクロカプセル8を、第1基板1a上に配置した後、第2基板1bをのせてマイクロカプセルを両基板に封入する(図7(a))。その後、両基板間に適当な圧力を加え、マイクロカプセルを偏平させる(図7(b))。

【0059】

次に第2の工程として、やはり製造その1と同様に、第1の工程によってできた該マイクロカプセルの間隙に、導電性部材5を毛細管現象を利用して注入する(図7(c))。

【0060】

次に第3の工程として、両基板に圧力を加えて、マイクロカプセルをさらに偏平させて、基板に沿って実質的に平行に並ぶ複数のマイクロカプセルのそれぞれが、実質的に面で接するようにする(図7(d))。

【0061】

(製造方法その3)

図8(a)(b)に本発明の表示装置の第3の製造方法を示す。

【0062】

マイクロカプセルを第1基板と第2基板の間隙に配置し、予め第1基板又は、第2基板又は両基板に、導電性部材の注入口9を形成しておく(図8(a))。

このときこの注入口9は、第1基板1aに沿って並ぶ該マイクロカプセルの間隙に設けられている。次に、この注入口により、マイクロカプセルの間隙に、導電性部材5を注入することで第2電極を形成する(図8

(b))。

【0063】

(製造方法その4)

図9(a) - (c)に本発明の表示装置の第4の製造方法を示す。

【0064】

第1基板上に複数のマイクロカプセル8を配置する。この際に、該マイクロカプセルの間隙に接する第1基板1a面には、あらかじめ第1電極4と絶縁層7のほかに絶縁層の上に露出するめっき用電極51を形成しておく(図9(a))。

【0065】

次に、これをメッキ液につけ、電極51を電極として金属をメッキ成長させ、第2電極5を形成する(図9(b))。導電性部材としては、メッキにより形成可能な金属、たとえば、Ni、Au、Pt、Ag、Cu、Crなどが適している。最後に、第2基板1bを接着する(図9(c))。

【0066】

(製造方法その5)

第2基板に電極とマイクロカプセルを配置し、製造その4と同様にメッキすることにより、第2電極を形成する。その後、第1電極が形成された第1基板を貼り合わせる。

【0067】

(製造方法その6)

図10(a) - (e)に本発明の表示装置の第6の製造方法を示す。第1ないし第5の製造方法が、基板にマイクロカプセルを配置した後に第2電極を形成するのに対し、本製造方法は、あらかじめ基板上に凸状の第2電極を形成し、その間にマイクロカプセルを配置する。

【0068】

先ず第1の工程として、マイクロカプセルの間隙に対応するように配列した凹部52を有する鋳型基板10を作製する(図10(a))。この鋳型基板の凹部52に第2電極として用いる導電層5を形成し、その上に絶縁層71を積層する(図10(b))。次に、絶縁層71と導電層5が積層された構造体11を、鋳型基板から剥離する(図10(c))。

【0069】

次に第2の工程として、第1の工程によってできた該構造体11の凹部53に、マイクロカプセル8を配置する

(図10(d))。

【0070】

次に第3の工程として、マイクロカプセル8が配置された該構造体11と、あらかじめ第1電極4が形成された第1基板1aとを貼り合わせる(図10(e))。

【0071】

なお、上記の第1の工程で、構造体を剥離する前に、あらかじめ第1電極を形成した第1基板を絶縁層71の上に載せて接着してもよい。

また、第1の工程の代わりに、鋳型を用いず、後述する実施例2に説明するように、絶縁層71と導電層5を積層した厚膜をフォトリソによってパターニングし、第2電極部分のみを残して他の導電層をエッチングにより除去することによっても、第2電極を作成できる。はじめの導電層膜厚を厚くすることにより、第2電極が基板から凸状に突き出た図3(b)の構造を得ることができる。

さらに、第3の工程で、電極のない第2基板を貼り合わせることにより、図3(b)または図4(a)に示す構造の電気泳動表示装置が得られる。

【0072】

(駆動方法)

次に、本発明の電気泳動表示装置における、駆動方法の一例について説明する。

【0073】

例えば、第2電極を全画素の共通電極として接地して、各画素の第1電極に電圧を印加することで、正極性又は負極性に帯電した帯電泳動粒子を移動させることができる。帯電泳動粒子を第1電極を覆う位置に移動させた時は、透明絶縁性液体を介して帯電泳動粒子の色を視認する。そして、第1電極を覆っていた帯電泳動粒子を、マイクロカプセルどうしが接するマイクロカプセルの側壁面側に移動させた時は、第1表示電極又は第1基板の色を視認することとなる。

【0074】

【実施例】

以下に、実施例に従って本発明を更に詳しく説明する。

【0075】

(実施例1)

図1に示す構造の電気泳動表示装置を図7に示す第1の製造方法によって作製した。

1画素のサイズを100μm×100μmとした。

【0076】

第1基板としてのPETフィルム1a(200μm厚)の表面にアルミニウム薄膜を成膜し、フォトリソグラフィ法やウェットエッチング法によってパターニングし、第1電極4を形成した。そして、白色の着色層をこれら電極4を覆うように形成した。なお、白色の着色層は、酸化チタンやアルミナなどの白色顔料を分散させたアクリル樹脂にて形成した。

【0077】

次に、これらの着色層を覆うように、アクリル樹脂からなる絶縁層7を形成した。

【0078】

マイクロカプセル8は、複合コアセルベーション法により作製した。絶縁性液体2にはイソパラフィン(商品名:アイソパー、エクソン社製)を用い、帯電泳動粒子3には粒径1~2μm程度のカーボンブラックを含有したポリスチレン-ポリメチルメタクリレート共重合体樹脂を使用した。イソパラフィンには、荷電制御剤としてコハク酸イミド(商品名:OLOA1200、シェブロン社製)を含有させた。帯電泳動粒子3は、正常電性を示した。

【0079】

次に、ロールコータを用いて、第1基板1aにマイクロカプセルを配置し、ロールラミネータを用いて第2基板1b(PETフィルム200μm厚)で挟みながら両基板間に適当な圧力を加え、マイクロカプセルを偏平させるとともに、マイクロカプセル同士を接するまで近づけた。

【0080】

次に、マイクロカプセルの隙間に、導電性部材を毛細管現象を利用して充填して、第2電極5を形成した。導電性部材としては、金属、金属酸化物、ポリビニール、ポリアニリン、ポリチオフェンまたはその誘導体等が含まれた導電性高分子材料を使用した。

【0081】

以上のようにして作製した電気泳動表示装置を用いて表示動作を行い、表示特性を測定した。具体的には、第2電極5を全画素の共通電極として印加電圧を0Vとしておき、各画素の第1電極4への印加電圧を±20Vの範囲で変動させた。その結果、良好な白および黒の安定した表示特性が得られた。さらに、隣接する画素で白および黒の異なる表示を行った場合でもコントラストの変動は見られず、安定した表示コントラストを得られることを確認した。

【0082】

(実施例2)

図3(b)に示す構造の電気泳動表示装置を以下の製造方法によって作製した。

【0083】

1画素のサイズは180μm×180μmとした。

【0084】

第1基板としてのPESフィルム1a(180μm厚)の表面にアルミニウム薄膜を成膜し、フォトリソグラフィ法やウェットエッチング法によってパターニングし、第1電極4を形成した。そして、白色の着色層をこれら電極4を覆うように形成した。なお、白色の着色層は、酸化チタンやアルミナなどの白色顔料を分散させたアクリル樹脂にて形成した。

【0085】

次に、これらの着色層を覆うように、アクリル樹脂からなる絶縁層7を形成した。

【0086】

次に、この絶縁層7の表面全面に導電性レジストを塗布し、図3(b)に示す形状にパターニングした。第2電極の形状は、幅5 μ m、高さ15 μ mとした。

導電性レジストとしては、チオフェン、アセチレンピロールチアジル、アズレン、インデン、インドール、パラフェニレン、ナフチレン、アントラセン、アニリン、フタロシアニン、カルバゾール、フェロセンTCNQ錯体及びそれらの誘導体を骨格もしくは側鎖に有する導電性高分子物質等が含まれた導電性レジストを挙げることができる。

【0087】

マイクロカプセルは、実施例1と同様の方法によって作製した。

【0088】

インクジェット法を用いて、図3(b)に示すように、マイクロカプセルを第1電極の位置と整合する位置にポジショニングした。このとき、凸状の第2電極の形状により、マイクロカプセルが所望の位置に収まる効率を高くすることができた。この後、第2基板1b(PESフィルム180 μ m厚)を対向配置し、両基板間に適当な圧力を加え、マイクロカプセルを偏平させた。

【0089】

以上のようにして作製した電気泳動表示装置を用いて表示動作を行い、表示特性を測定した。具体的には、第2電極5を全画素の共通電極として印加電圧を0Vとしておき、各画素の第1電極4への印加電圧を ± 20 Vの範囲で変動させた。その結果、良好な白および黒の安定した表示特性が得られた。さらに、隣接する画素で白および黒の異なる表示を行った場合でもコントラストの変動は見られず、安定した表示コントラストを得られることを確認した。

【0090】

(実施例3)

図3(c)に示す構造の電気泳動表示装置を図9の第5の製造方法によって作製した。

1画素のサイズを180 μ m \times 180 μ mとした。

【0091】

第1基板としてのガラス基板(1.1mm厚)の表面にアルミニウム薄膜を成膜し、フォトリソグラフィ法やウェットエッチング法によってパターニングし、第1電極4を形成した。さらに白色の着色層をこれら電極4を覆うように形成した。白色の着色層は、酸化チタンやアルミナなどの白色顔料を分散させたアクリル樹脂にて形成した。

【0092】

次に、これらの着色層を覆うように、アクリル樹脂から

なる絶縁層7を形成した。

【0093】

次に、絶縁層7の表面にITOを成膜し、フォトリソグラフィ法やウェットエッチング法によってパターニングし、めっき用電極51を形成した。めっき用電極51の幅は5 μ mとした。

【0094】

実施例1と同様の方法によって作製したマイクロカプセル8を、ロールコート及びロールラミネータを用いて、第1基板1aと第2基板1b(ガラス基板1.1mm厚)の両基板間にマイクロカプセルを封入し、両基板間に適当な圧力を加え、マイクロカプセルを偏平させた。

【0095】

次に、第2基板1bを一旦取り外し、めっき用電極51を利用して、電気メッキ処理により、該マイクロカプセルの間に第2電極となる導電性部材5を形成した。その後、再び第2基板1bをのせて封着した。

【0096】

以上のようにして作製した電気泳動表示装置を用いて表示動作を行い、表示特性を測定した。具体的には、第2電極5を全画素の共通電極として印加電圧を0Vとしておき、各画素の第1電極4への印加電圧を ± 20 Vの範囲で変動させた。その結果、良好な白および黒の安定した表示特性が得られた。さらに、隣接する画素で白および黒の異なる表示を行った場合でもコントラストの変動は見られず、安定した表示コントラストを得られることを確認した。

【0097】

【発明の効果】

本発明によれば、第2電極を、マイクロカプセル外表面と上下基板とで挟まれた間隙に配置して、第1電極との間に電圧を印加し、泳動粒子を、マイクロカプセルの側壁部、すなわち、カプセル外表面が第1基板、第2基板のいずれとの接していない部分の内壁面と、基板に接した部分の内壁面との間で移動させるため、コントラストの高い表示が可能になる。

【0098】

また、各マイクロカプセル間に配置される第2電極を、全画素の共通電極として接地することによって、各画素(各マイクロカプセル)に印加される電界が隣接する画素(隣接するマイクロカプセル)に漏れ出ることを防止することができる。つまり、第2電極がシールド電極の役割を果たすことになる。その結果、各マイクロカプセルに封入された帯電粒子は、(隣接するマイクロカプセルに印加される電圧の影響を受けることなく)そのマイクロカプセルに印加される電圧によってのみ制御される。その結果、表示の乱れやコントラストの低下を招くことなく、安定した表示を行うことができる。例えば、上記のシールド効果は、図1に示すように、各マイクロカプセル間に導電性を有する導電性部材が充填されてい

る構成において顕著となるものであり、このような第2電極のシールド効果は、本発明に開示された電気泳動表示装置において、特に重要な特長の1つである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表示装置の代表的な断面構成の一例を示す図。

【図2】本発明の表示装置の代表的な断面構成の他の一例を示す図。

【図3】本発明の表示装置の代表的な断面構成の他の一例を示す図。

【図4】本発明の表示装置の代表的な断面構成の他の一例を示す図。

【図5】本発明の表示装置の代表的な断面構成の他の一例を示す図。

【図6】本発明の表示装置の代表的な断面構成の他の一例を示す図。

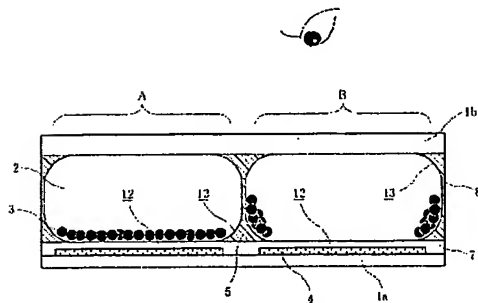
【図7】本発明の表示装置の代表的な製造方法一例を示す図。

【図8】本発明の表示装置の代表的な製造方法の他の一例を示す図。

【図9】本発明の表示装置の代表的な製造方法の他の一例を示す図。

【図10】本発明の表示装置の代表的な製造方法の他の

【図1】



一例を示す図。

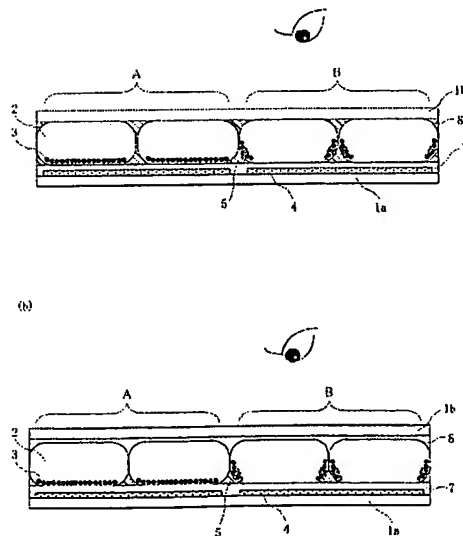
【図11】従来の表示装置の断面構成の一例を示す図。

【図12】従来の別の表示装置の断面および平面構成の一例を示す図。

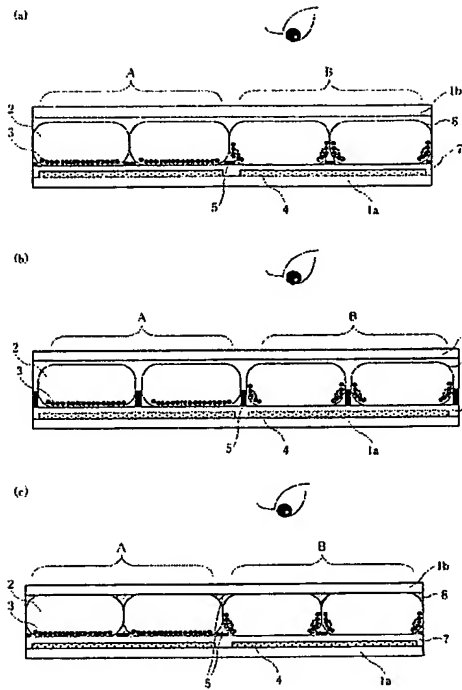
【符号の説明】

- 1 a 第1基板
- 1 b 第2基板
- 2、25 絶縁性液体
- 3、50 帯電泳動粒子
- 4 第1電極
- 5 第2電極
- 6 隔壁
- 7、71 絶縁層
- 8、20 マイクロカプセル
- 9 注入口
- 10 鋳型
- 11 構造体
- 12 マイクロカプセルが基板に接する部分の内壁面
- 13 マイクロカプセル側壁部の内壁面
- 14、15、30、40 電極
- 51 めっき用電極
- 52 鋳型の凹部
- 53 構造体の凹部

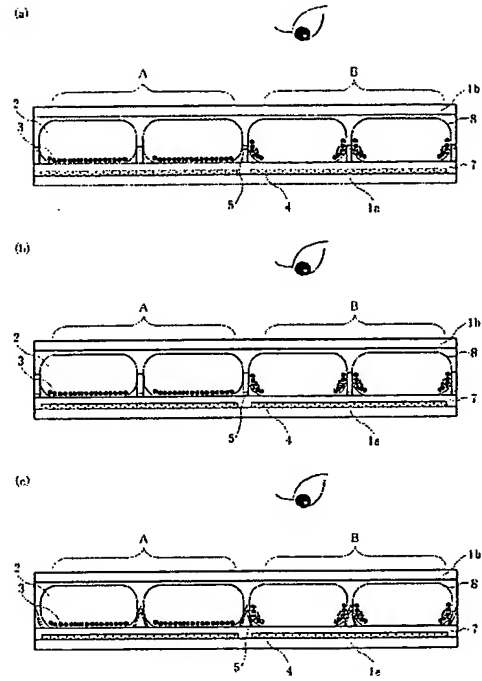
【図2】



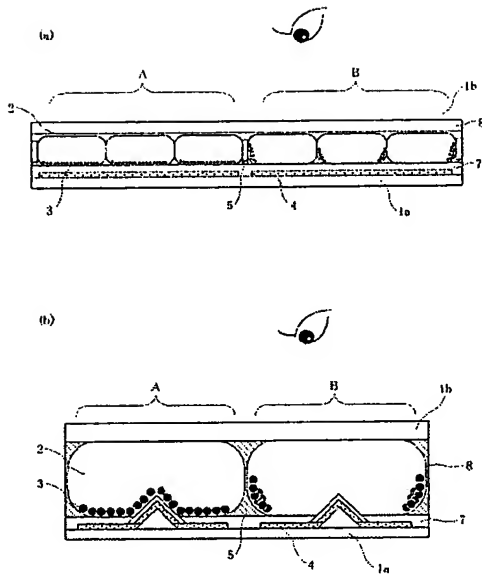
【図 3】



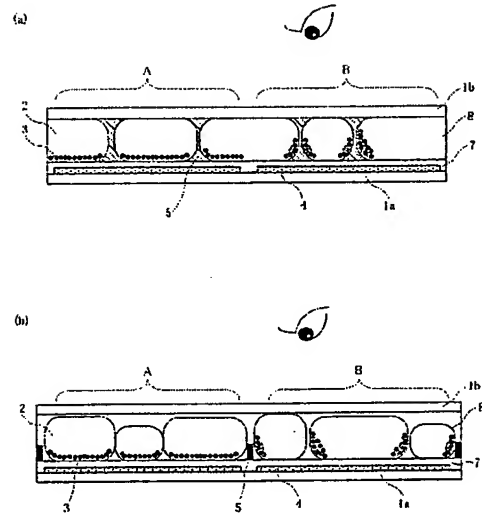
【図 4】



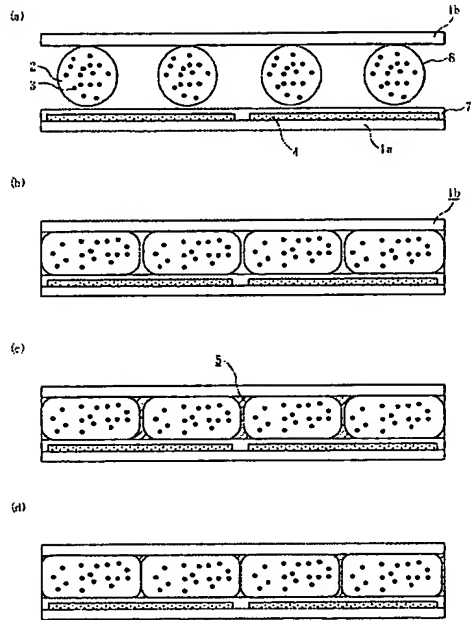
【図5】



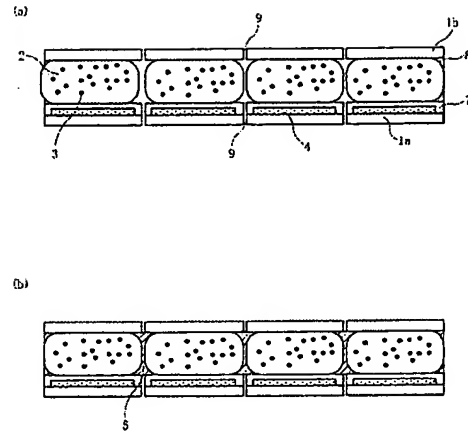
【図6】



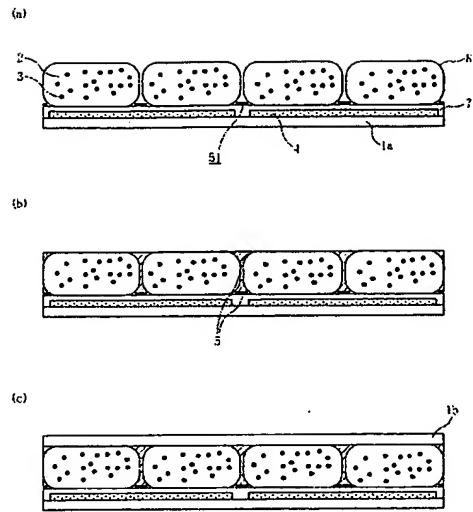
【図 7】



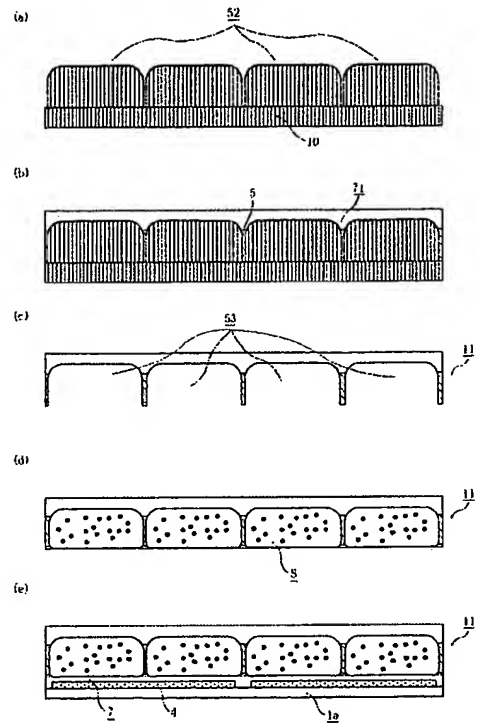
【図 8】



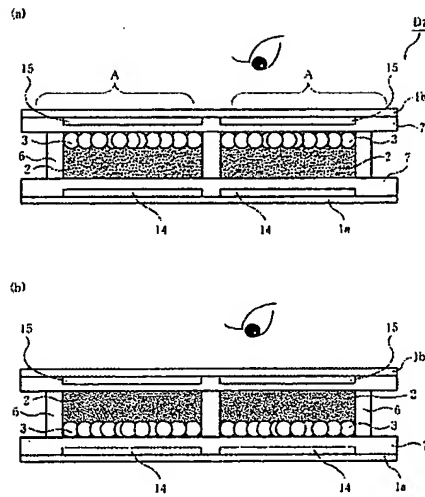
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

